



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 199 57 508 C 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 21 D 39/06**  
B 21 D 26/02  
B 21 D 39/20

②① Aktenzeichen: 199 57 508.8-14  
②② Anmeldetag: 30. 11. 1999  
④③ Offenlegungstag: –  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 4. 1. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Blöcker, Henning, Dipl.-Ing., 21435 Stelle, DE;  
Krüßmann, Martin, Dr., 70469 Stuttgart, DE; Paus,  
Jochen, Dipl.-Ing., 21033 Hamburg, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 37 16 986 A1

⑤④ **Vorrichtung zum Fügen von Fügeteilen auf Hohlprofile mittels fluidischen Innenhochdruckes**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Fügen von mit einer Durchgangsöffnung versehenen Fügeteilen auf Hohlprofile durch partielle Aufweitung der Hohlprofile an der Stelle der mit der Durchgangsöffnung aufgeschobenen Fügeteile mittels fluidischem Innenhochdruck. Die Vorrichtung umfaßt eine Aufweitlanze, die in das Hohlprofil hineinschiebbar ist und eine Axialbohrung zur Führung des Druckfluids aufweist, welche zum einen mit einer Fluidhochdruckerzeugungsanlage verbunden ist und zum anderen einen Querkanal mit einem Austritt für das Druckfluid zur aufzuweitenden Stelle des Hohlprofils hin besitzt. Auf der Mantelfläche der Aufweitlanze sind voneinander beabstandete Dichtungselemente angeordnet, die den Austritt axial beidseitig hochdruckfest abdichtend begrenzen. Um das Fügen von Fügeteilen auf Hohlprofile mittels partieller Innenhochdruckumformung auch bei geringen Außendurchmessern der Hohlprofile mittels einer Aufweitlanze prozeßsicher zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, die Aufweitlanze aus zwei gesonderten miteinander fluchtenden länglichen Bauteilen zu bilden, von denen mindestens eines die Axialbohrung trägt, welche an dessen austrittsnahen Stirnseite frei ausmündet, und die mit ihren einander zugewandten Stirnseiten gemeinsam den Querkanal zur Axialbohrung der Aufweitlanze ausbilden. Die Vorrichtung beinhaltet des weiteren eine Antriebseinrichtung, mittels der die beiden Bauteile in das jeweils zugewandte Hohlprofilende hinein verfahrbar und während der ...

**DE 199 57 508 C 1**

**DE 199 57 508 C 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Fügen von Fügeteilen auf Hohlprofile mittels fluidischen Innenhochdruckes gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Eine gattungsgemäße Vorrichtung ist aus der DE 37 16 986 A1 bekannt. Hierbei wird das Hohlprofil plastisch mittels fluidischem Innenhochdruck an der Fügestelle aufgeweitet, wobei das massivere Fügeteil gleichzeitig innerhalb der elastischen Grenzen aufgeweitet wird. Nach Entspannung des Hochdruckes federt das Fügeteil am Innendurchmesser seiner Durchgangsöffnung zurück, während das Hohlprofil in seinem plastifizierten Zustand verbleibt. Durch diese physikalischen Gegebenheiten wird ein sehr hoher nahezu unlösbarer Preßverbund zwischen dem Fügeteil und dem Hohlprofil erreicht. Die dazu verwandte und dort beschriebene Aufweitlanze ist im Betrieb, d. h. bei einem bestehenden Innenhochdruck auf Zug extrem stark beansprucht, so daß konstruktive Maßnahmen wie beispielsweise eine Vergrößerung des Verhältnisses des Lanzendurchmessers zum Durchmesser der in der Aufweitlanze verlaufenden und das Druckfluid führenden Axialbohrung ergriffen werden müssen, um ein Reißen der Aufweitlanze zu verhindern und so eine Prozeßsicherheit beim Fügen von Fügeteilen auf Hohlprofile zu gewährleisten. Trotzdem unterliegt die Lanze aufgrund der hohen Zugbeanspruchung, bzw. der mechanischen Wechselbeanspruchung Zug-Entlastung im Laufe der Betriebsdauer der Aufweitlanze einem relativ hohen Verschleiß, wodurch ab einer bestimmten Einsatzzeit aufwendige Reparaturen an der Lanze notwendig oder ein kostspieliger Ersatz durch eine gleichartige neue Lanze erforderlich werden. Des weiteren sind Hohlprofile von geringem Außendurchmesser, d. h. unter 16 mm nicht mittels der herkömmlichen Technik prozeßsicher ffügbar, da der Einsatz der dazu entsprechend dünnen (unter 10 mm Außendurchmesser) Aufweitlanzen schon nach wenigen Aufweitvorgängen (durch ihre Schnelligkeit im Fachjargon "Schüsse" genannt) im Prozeßablauf zu einem Abreißen der Lanze führt, was unweigerlich einen Produktionsstillstand und ein Ausschußteil zur Folge hat.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Vorrichtung dahingehend weiterzubilden, daß das Fügen von Fügeteilen auf Hohlprofile mittels partieller Innenhochdruckumformung auch bei geringen Außendurchmessern der Hohlprofile mittels einer Aufweitlanze prozeßsicher möglich ist.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Dank der Erfindung wird eine Zugbelastung der Aufweitlanze umgangen. Die beiden Bauteile der Lanze werden nur auf Druck beansprucht, so daß ein Reißen der Lanze verhindert wird. Da es durch die erfindungsgemäße Lösung nun nicht mehr auf die Stabilität der Lanze hinsichtlich ausreichend starken "Fleisches" ankommt, kann die Aufweitlanze sehr klein in ihrem Außendurchmesser und der Axialbohrung dimensioniert werden und trotzdem prozeßsicher arbeiten. Damit können Fügeteile auch auf Hohlprofile geringen Außendurchmessers mittels partiellen Innenhochdruckumformens über die Druckfluid führende Aufweitlanze in gewünschter Weise gefügt werden.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird vorzugsweise ein sequentielles Fügen ausgeführt. Das bedeutet, daß nacheinander jede einzelne Fügestelle entlang des Hohlprofiles durch Verschiebung der Aufweitlanze innerhalb des Hohlprofiles angefahren wird und aufgeweitet wird. Bei wenigen Fügeteilen weist diese Fügeart kaum höhere Taktzeiten auf als das Fügen der Teile in einem Schuß. Des weiteren ist es verfahrensgünstig, daß sich aufgrund der kleinen

Fluidvolumina, die beim sequentiellen Fügen benötigt werden, auch die Zeit zum Fluidhochdruckaufbau sehr kurz ist. Weiterhin vereinfacht sich der Aufbau der Aufweitlanze gegenüber der herkömmlichen erheblich.

So ist keine Leckagebohrung zum Abführen der Fluidmenge aus dem Hohlprofil nach außen, die an der die Aufweitstelle beidseitig in axialer Richtung abdichtenden Dichtungsanordnung vorbei in den druckfreien angrenzenden Ringspalt kriecht oder bei Versagen der bisherigen Dichtung die Gefahr einer Aufweitung zwischen den Fügeteilen erbringt, erforderlich, da im Leckagefall das Druckfluid – bei entsprechender konstruktiver Konzeption des Dichtungsträgers zum Durchlaß eines ausreichend großen Fluidvolumens – ungehindert nach außen dringen kann. Darüber hinaus wird in diesem Zusammenhang durch die Erfindung erreicht, daß das Hochdruck-Aggregat einfacher gestaltet werden kann, da dieses nun nicht mehr zwingend eine Druckabfallerkennung benötigt. Zudem kann auf Distanzhülsen und Positionierungsanschlüsse verzichtet werden. Weiterhin ist es wesentlich einfacher, durch konstruktive Auslegung der Aufweitlanze die herstellungsbedingten Rundlauffehler am Innendurchmesser des Hohlprofiles auszugleichen, da nur noch der einzige Aufweitbereich der Aufweitlanze fehlertoleranzentsprechend ausgestaltet werden muß. Dies trägt zur vereinfachten Gestaltung der Aufweitlanze wie auch zum Einsatz von weniger präzise gearbeiteten und daher kostengünstigeren Hohlprofilen bei. Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Zweiteiligkeit der Aufweitlanze ist, daß die beiden Bauteile axial variabel voneinander beabstandet werden können, so daß mit nur einer Dichtungsanordnung am Hohlprofil Aufweitungen mit unterschiedlicher Länge gebildet werden können. Des weiteren besteht die Möglichkeit, die Höhe des Fluiddruckes auf die verschiedenen Aufweitungsstellen und deren gewünschte Endform individuell maßzuschneidern.

Selbstverständlich ist natürlich auch möglich, einen oder beide Bauteile der Lanze mit weiteren Querbohrung zu versehen, so daß mehrere Stellen des Hohlprofiles – wie gehabt – gleichzeitig in einem Schuß aufgeweitet werden können. Der übliche Lanzenkopf entfällt hierbei. Jedoch entfallen auch die vorbeschriebenen Vorteile des sequentiellen Fügens.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels nachfolgend näher erläutert; dabei zeigt die Figur eine erfindungsgemäße Vorrichtung in Gebrauchslage in einem seitlichen Längsschnitt.

In der Figur ist eine Vorrichtung 1 zum Fügen von mit einer Durchgangsöffnung 2 versehenen Fügeteilen, beispielsweise Nocken 3 und 4, auf Hohlprofile, beispielsweise einer Hohlwelle 5 zur Bildung einer Nockenwelle dargestellt, die mittels fluidischem Innenhochdruck arbeitet und durch partielle Aufweitung der Hohlwelle 5 an der Stelle der mit der Durchgangsöffnung 2 aufgeschobenen Nocken 3 und 4 die in einem sehr starken Preßverbund endenden Fügung bewirkt.

Die Vorrichtung 1 beinhaltet eine Aufweitlanze 6, die in die Hohlwelle 5 hineingeschoben ist und aus zwei gesonderten miteinander fluchtenden länglichen Bauteilen 7 und 8 besteht. In beiden Bauteilen 7, 8 verläuft zentral eine Axialbohrung 9, in der das Druckfluid geführt wird und die einen Einlaß 10 am längeren Bauteil 7 aufweist. Der Einlaß 10 ist mit einer Fluidhochdruckerzeugungsanlage verbunden und liegt in Einschiebelage der beiden Bauteile 7, 8 in der Hohlwelle 5 außerhalb der zu fügenden Hohlwelle 5. Die Axialbohrung 9 weist des weiteren am kürzeren Bauteil 8 einen Auslaß 11 nach außen auf, der in Einschiebelage der beiden

Bauteile 7, 8 in der Hohlwelle 5 ebenfalls außerhalb der zu fügenden Hohlwelle 5 liegt. Durch die beschriebene Anordnung von Einlaß 10 und Auslaß 11 wird eine schnelle und luftblasenfreie Befüllung der Aufweitlanze 6 und des ringförmigen Aufweitraumes 12 mit Druckfluid an der aufzuweitenden Stelle der Hohlwelle 5 ermöglicht. Der Auslaß 11 besitzt ein Sperrventil 13, das zum Durckaufbau während der Aufweitung geschlossen ist und zur schnellen Druckentspannung nach der Aufweitung geöffnet wird.

Alternativ kann die Axialbohrung 9 auch nur im Bauteil 7 verlaufen, wobei dieses zusätzlich zu dem Einlaß 10 auch den Auslaß 11 aufweisen muß. Das Bauteil 8 weist demnach keine Bohrungen auf und ist daher einfacher zu fertigen. Denkbar ist auch, daß beide Bauteile 7 und 8 jeweils einen Auslaß 11 und einen Einlaß 10 besitzen und somit das Bauteil 8 gleichfalls mit einer Fluidhochdruckerzeugungsanlage verbunden sein. Dadurch kann die Befüllung mit Druckfluid und Druckentspannung besonders schnell vonstatten gehen.

Die Vorrichtung 1 kann einen Druckspeicher enthalten, der zwischen die Fluidhochdruckerzeugungsanlage und dem Einlaß 10 der Axialbohrung 9 fluidisch zwischengeschaltet ist. Durch den Druckspeicher werden Druckschwankungen der Fluidhochdruckerzeugungsanlage geglättet, so daß das Maß der Aufweitung sehr präzise eingestellt werden kann. Gegebenenfalls wird zudem die Prozeßsicherheit weiter verbessert, da hohlwellenschädigende Druckpeaks nicht mehr auftreten. Des weiteren kann der Druckspeicher im genannten Ausführungsbeispiel mit zwei Einlässen – jeweils einem in jedem Bauteil 7, 8 – mit beiden Einlässen verbunden sein, wodurch ohne Synchronisierungsaufwand ein einheitlicher Druck in der Aufweitlanze 6 ausgeübt wird.

Im in der Zeichnung gezeigten Ausführungsbeispiel mündet die Axialbohrung 9 an den einander zugewandten Stirnseiten 14, 15 der Bauteile 7, 8 aus. Die Stirnseiten 14, 15 können wie beim Fügen des schmalen Nockens 3 aneinanderliegen oder auch wie beim Fügen des dickeren Nockens 4 voneinander beabstandet sein. Der Abstand richtet sich im wesentlichen nach der axialen Erstreckungslänge der erforderlichen Aufweitung. Bei Aneinanderlage der Stirnseiten 14, 15 im Falle der Aufweitung der Hohlwelle 5 an der Stelle des schmalen Nockens 3 ist die exakte Positionierung der Aufweitlanze 6 an der Aufweitstelle der Hohlwelle aufgrund des von den Stirnseiten 14, 15 gebildeten gegenseitigen Anschlages der Bauteile 7, 8 relativ einfach. Etwas aufwendiger ist die Positionierung der einzelnen Bauteile 7, 8 bei größerer Beabstandung der Stirnseiten beim Fügen des Nockens 4, da jedem Bauteil 7, 8 eine Positioniereinrichtung wie beispielsweise ein Wegmeßsensor zugeordnet sein muß.

In jedem Falle bilden die Stirnseiten 14, 15 gemeinsam einen Querkanal 16 zur Axialbohrung 9 aus, die in diesen bei beiden Bauteilen 7, 8 an den Stirnseiten 14, 15 frei ausmündet. Der Querkanal 16 führt zur Aufweitstelle hin in den von der radialen Beabstandung der Aufweitlanze zur Innenwandung 17 der Hohlwelle 5 gebildeten ringförmigen Aufweitraum 12, an dem er einen Austritt 18 besitzt. Axial von den Stirnseiten 14, 15 zurückversetzt weisen die Bauteile 7, 8 der Aufweitlanze 6 auf der Mantelfläche 22 ringbündartige Stützsultern 19, 20 auf, an denen jeweils ein Dichtungselement, das vorzugsweise von einer elastischen Ringdichtung 21 gebildet wird, auf querkanalzugewandter Seite anliegt. Die Ringdichtungen 21 begrenzen axial beidseitig den Aufweitraum 12 und dichten diesen und damit auch den Austritt 18 des Querkanales 16 hochdruckfest ab. Die Stützsultern 19, 20 liegen in der Hohlwelle 5 zu deren Innenwandung 17 nahezu spaltfrei, um ein Extrudieren der Ringdichtungen 21 und somit eine irreparable Schädigung bei In-

nenhochdruckbeaufschlagung zu vermeiden.

Abseits der Aufweitstelle weist die Vorrichtung 1 Abstützungen 23, 24 auf, mittels derer die beiden Bauteile 7, 8 in radialer Richtung unverrückbar gehalten sind, wodurch ein Ausknicken der Bauteile 7, 8 vermieden wird. Die Abstützung 23 ist außerhalb der Hohlwelle 5 am Bauteil 8 angeordnet und wird von einer Lünette gebildet, die das Bauteil 8 umfangsseitig umgreift. Das Bauteil 7 trägt eine aufgeschobene Führungsbuchse, die die Abstützung 24 bildet und innerhalb der Hohlwelle 5 angeordnet ist. Diese Führungsbuchse liegt außenseitig an der Innenwandung 17 der Hohlwelle 5 an und erfährt über diese die erforderliche Stützkraft. Zum Fügen der Fügeteile arbeitet die Vorrichtung 1 folgendermaßen. Zuerst werden die Nocken 3 und 4 mit ihrer Durchgangsöffnung 2 auf die Hohlwelle 5 an die gewünschte Position geschoben. Danach werden die Bauteile 7 und 8 in jeweils ein Hohlwellenende 25, 26 eingeschoben und an der Stelle der aufgeschobenen Nocken 3, 4 derart plaziert, daß die Stirnseiten 14, 15 so zueinander zu liegen kommen, daß der Aufweitraum 12 sich gerade über die Länge der Durchgangsöffnung 2 der Nocken 3 und 4 erstreckt. Der axiale Abstand der beiden Stirnseiten 14, 15 voneinander ist dabei hinsichtlich des Nockens 3 relativ kurz und bezüglich des Nockens 4 sehr breit.

Zum Einschieben der Bauteile 7, 8 besitzt die Vorrichtung 1 für jedes Bauteil 7, 8 eine Antriebseinrichtung 27, die von einem Hydraulikzylinder gebildet ist. Der Hydraulikzylinder weist eine Aufnahme 28 für ein Ende 29 eines der Bauteile 7, 8 der Aufweitlanze 6 auf. Mittels des Hydraulikzylinders werden die beiden Bauteile 7, 8 in das jeweils zugewandte Hohlprofilende 25, 26 hineinverfahren. Die Hydraulikzylinder verharren nach der erreichten Aufweitposition der Bauteile 7, 8 in ihrer ausgefahrenen Stellung. Der Aufweitraum 12 wird nun mit Druckfluid über die Axialbohrung 9 und den Querkanal 16 der Aufweitlanze 6 befüllt, wonach das Sperrventil 13 geschlossen wird.

Nun wird ein Fluidhochdruck von der Fluidhochdruckerzeugungsanlage aufgebracht, wodurch die Hohlwelle 5 sich plastisch an dieser Stelle des Aufweitraumes 12 durch die Druckfluidbeaufschlagung aufweitet. Der Nocken 3 weitet sich gleichzeitig über die Aufweitung der Hohlwelle 5 elastisch auf. Während der Aufweitphase werden die Bauteile 7, 8 endseitig durch die Hydraulikzylinder abgestützt. Bei Aufbringen des Fluidhochdruckes werden die Ringdichtungen 21 an die Stützsultern gepreßt und spreizen sich dabei radial auf, wodurch eine besonders hohe Anpressung an der Innenwandung 17 der Hohlwelle 5 erreicht wird, die die hochdruckfeste Abdichtung gewährleistet.

Nach erfolgter Aufweitung wird das Sperrventil 13 und dadurch der Auslaß 11 geöffnet und das Druckfluid dabei entspannt. Durch die Entspannung federt der Nocken 3 an seiner die Durchgangsöffnung 2 begrenzenden Wandung zurück, wodurch die Plastifizierung in ihrer aufgeweiteten Stellung verbleibenden Hohlwelle 5 hin zurück, wodurch ein sehr starker Preßverbund erzeugt wird. Die beiden Bauteile 7, 8 werden nun an die Stelle der zweiten Aufweitung, also an die Stelle des Nockens 4 in gleicher Weise wie beim Nocken 3 beschrieben mittels der Hydraulikzylinder gefahren, wonach das Fügen des Nockens 4 erfolgen kann.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Fügen von mit einer Durchgangsöffnung versehenen Fügeteilen auf Hohlprofile durch partielle Aufweitung der Hohlprofile an der Stelle der mit der Durchgangsöffnung aufgeschobenen Fügeteile mittels fluidischem Innenhochdruck, mit einer Aufweitlanze, die in das Hohlprofil hineinschiebbar ist und



eine Axialbohrung zur Führung des Druckfluids aufweist, welche zum einen mit einer Fluidhochdruckerzeugungsanlage verbunden ist und zum anderen einen Querkanal mit einem Austritt für das Druckfluid zur aufzuweitenden Stelle des Hohlprofiles hin besitzt, wobei auf der Mantelfläche der Aufweitlanze voneinander beabstandete Dichtungselemente angeordnet sind, die den Austritt axial beidseitig hochdruckfest abdichtend begrenzen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Aufweitlanze (6) aus zwei gesonderten miteinander fluchtenden länglichen Bauteilen (7, 8) gebildet ist, von denen zumindest eines die Axialbohrung (9) trägt, welche an dessen austrittsnahen Stirnseite (14, 15) frei ausmündet, und die mit ihren einander zugewandten Stirnseiten (14, 15) gemeinsam den Querkanal (16) zur Axialbohrung (9) der Aufweitlanze (6) ausbilden, und daß die Vorrichtung (1) eine Antriebseinrichtung (27) beinhaltet, mittels der die beiden Bauteile (7, 8) in das jeweils zugewandte Hohlprofilende (25, 26) hinein verfahrbar und während der Aufweitphase endseitig abgestützt sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtung (27) ein Hydraulikzylinder mit einer Aufnahme (28) für ein Ende (29) eines der Bauteile (7, 8) der Aufweitlanze (6) ist.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Axialbohrung (9) in beiden Bauteilen (7, 8) verläuft, wobei die Axialbohrung (9) jedes Bauteils (7, 8) einen Einlaß (10) und/oder einen Auslaß (11) nach außen aufweist, der in Einschubelage der beiden Bauteile (7, 8) in das Hohlprofil (5) außerhalb des zu fügenden Hohlprofiles (5) liegt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Auslaß (11) mit einem Sperrventil (13) verbunden ist, das diesen während der Innenhochdruckbeaufschlagung des Hohlprofiles (5) verschließt und nach erfolgter Aufweitung öffnet.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (1) einen Druckspeicher enthält, der mit der Fluidhochdruckerzeugungsanlage einerseits und mit der Axialbohrung (9) andererseits fluidisch verbunden ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (1) Abstützungen (23, 24) beinhaltet, mittels derer die beiden Bauteile (7, 8) in radialer Richtung unverrückbar gehalten sind.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

- Leerseite -

